

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

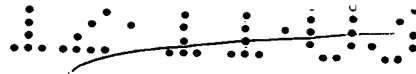
**Aktenzeichen:** 102 54 608.8  
**Anmeldetag:** 22. November 2002  
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
München/DE  
**Bezeichnung:** Antriebssystem  
**IPC:** H 02 P 3/26

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. Dezember 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely of the President of the German Patent and Trademark Office.

Letang



## Beschreibung

## Antriebssystem

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Antriebssystem mit einem durch insbesondere integrierte Ankerkurzschlussbremsung und/oder mechanische Bremsung ab einem Einsatzzeitpunkt umgehend stillzusetzenden Elektromotor.

10 Ein unverzügliches Stillsetzen eines Elektromotors sollte stets dann erfolgen, wenn ein geregelter Betrieb des Elektromotors nicht mehr möglich ist. So kann es passieren, dass ein Antrieb bei Impulslöschung ausfällt und drehmomentfrei ist und demzufolge nicht mehr geregelt generatorisch bremsen  
15 kann. In einem solchen Fall besteht die Gefahr, dass die gespeicherte kinetische Energie des Antriebes und der mit diesem verkoppelten Mechanik Personen gefährdet oder Maschinenteile beschädigt. Nun sind jedoch Antriebssystem der eingangs genannten Art mit weiteren Möglichkeiten versehen, die ein  
20 Stillsetzen des Elektromotors und des damit verbundenen Mechanikteils ermöglichen. Zum einen kann eine mechanische Bremsung erfolgen, indem eine mechanische Bremse eingreift. An Vertikalachsen von Maschinen sind im Regelfall bei Horizontalachsen häufig solche Bremsen vorhanden. Dabei können je  
25 nach Anwendungsfall Betriebsbremsen oder Haltebremsen vorgesehen sein. Betriebsbremsen haben dabei eine erheblich höheres Bremsmoment als Haltebremsen. Betriebsbremsen sind bei Linearachsen überwiegend direkt an der Last angebracht, Haltebremsen sind meist integrale Motorbestandteile.

30

Wesentlich für mechanische Bremsen ist zum einen, dass das wirksame Bremsmoment mit fallender Geschwindigkeit steigt und zum anderen ist es typisch für mechanische Bremsen, dass diese eine relativ lange Totzeit haben, d.h. ab dem Schließbefehl für die Bremse bis zur Bremswirkung vergehen Zeiten in  
35 der Größenordnung von 40 msec.

Für Antriebssysteme der eingangs genannten Art ist jedoch auch typisch, dass sie die Möglichkeit einer Ankerkurzschlussbremsung aufweisen. Eine Ankerkurzschlussbremsung kann über externe, beispielsweise relaisgesteuerte Elemente erfolgen, sie kann jedoch prinzipiell auch integrierter Bestandteile der Motorsteuerung sein, wie dies aus der EP 0 742 637 bereits bekannt ist.

Typisch für eine Ankerkurzschlussbremsung ist es, dass bei hohen Geschwindigkeiten eine hohe Bremswirkung und bei kleinen Geschwindigkeiten lediglich eine hemmende Wirkung vorliegt. Das wirksame Bremsmoment fällt also mit sinkender Geschwindigkeit. Ferner ist es typisch für eine Ankerkurzschlussbremsung, dass diese auch schnell ansprechend sein kann. So ist es bei einem integrierten elektronischen Ankerkurzschluss möglich, dass eine Reaktionszeit von nur 5 msec erreicht wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Antriebssystem der eingangs genannten Art so auszubilden, dass unter Verwendung der mechanischen Bremsung und der Ankerkurzschlussbremsung im Störfall ein schnelles Herunterfahren des Antriebssystems möglich ist, wobei die ansteuernde Elektronik möglichst geschont bleibt.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass, wenn kein geregeltes Herunterfahren des Elektromotors erfolgen kann, ab dem Einsatzzeitpunkt beide Bremsen aktivierbar sind, wonach sie mit ihren immanenten Totzeiten ansprechen, wobei die Totzeit der Ankerkurzschlussbremsung kleiner ist als die Totzeit der mechanischen Bremsung, und dass der Ankerkurzschluss im Normalfall dann beendet wird, wenn die zulässigen thermischen Belastungsgrenzen für den Elektromotor oder dessen Ansteuerelektronik erreicht sind.

Eine erste vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Belastungsgrenze durch den Maximal-

strom und/oder das Produkt aus Strom und Ansprechdauer und/oder die Ansprechdauer und/oder die Systemtemperatur gegeben ist. Diese Systemgrößen lassen sich relativ leicht erfassen oder tabellarisch vorhalten und können zuverlässige  
5 Kenngrößen zum Abschalten eines eingeleiteten Ankerkurzschlusses liefern.

Dadurch, dass im Fall von höchster Gefahr für Mensch oder Umgebung eine Abschaltung der Ankerkurzschlussbremsung unterdrückbar ist, kann unter Inkaufnahme von Materialschäden der  
10 Bremsprozess absolut minimiert werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:  
15

FIG 1 eine Antriebsstruktur,  
FIG 2 mögliche Bremsverläufe,  
FIG 3 ein erstes Bremsprofil gemäß der Erfindung und  
20 FIG 4 ein zweites Bremsprofil gemäß der Erfindung.

In der Darstellung gemäß FIG 1 ist ein Elektromotor EM angedeutet, der seine Energie von einem Umrichter U erhält, der wiederum von einer Regeleinrichtung RE angesteuert wird, damit der Elektromotor EM so in Bewegung gesetzt wird, wie dies  
25 durch Sollwerte SW vorgegeben wird, die eingangsseitig der Regeleinrichtung RE zugeführt werden. Dazu werden die Bewegungsgrößen des Elektromotors EM erfasst und als Istwerte IW zur Regeleinrichtung RE rückgeführt. Bei den Sollwerten SW  
30 kann es sich um Weg-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverläufe handeln, jedoch kann als Sollwert auch das Ansprechen einer mechanischen Bremse MB verstanden werden, wozu dann von der Regeleinrichtung RE über der Übersichtlichkeit nicht weiter gezeigte Ansteuerungseinrichtungen eine Bremsung  
35 über eine mechanische Bremse MB eingeleitet wird. Es kann ferner über die Regeleinrichtung RE durch Einwirken auf den

Umrichter U auch ein integrierter Ankerkurzschluss erzeugt werden.

In der Darstellung gemäß FIG 2 ist ein Weggeschwindigkeits-  
5 diagramm als Bremsprofil gezeigt, bei dem eine Geschwindigkeit  $v$  als Prozentgröße vorgegeben ist, wobei 100 % als Ausgangsgröße zu einem Zeitpunkt "0" angenommen sei und entsprechend einer Zeit  $t$  wird für einen Zeitraum zwischen 0 bis 180 msec eine Aussage über verschiedene Bremsmöglichkeiten gezeigt.  
10 So ist durch eine langgestrichelte Linie angedeutet, dass bei einem geregelten Betrieb des Antriebs die Geschwindigkeit von 100% auf 0% innerhalb von 60 msec reduzierbar wäre, d.h. in einem geregelten Betrieb sind äußerst kurze Reaktionen des Geschwindigkeitsverlaufes möglich. Nur ist es gerade typisch für die vorliegende Erfindung, dass ein Störfall beherrscht werden soll, wo eben ein solcher geregelter Betrieb nicht möglich ist.  
15

Wird keinerlei Bremsmaßnahme zum Zeitpunkt "0" eingeleitet,  
20 würde allein durch Reibung im System nach 180 msec eine Größenordnung von immer noch 95% der Ursprungsgeschwindigkeit beibehalten sein, wie dies durch eine feinpunktierte Linie angedeutet ist.

25 Durch eine enggestrichelte Linie ist angedeutet, dass eine mechanische Bremsung, die zum Zeitpunkt "0" einsetzen würde, die Geschwindigkeit nach etwa 180 msec in einen Ruhezustand überführen würde, wobei jedoch die Wirksamkeit der mechanischen Bremsen bei relativ hoher Geschwindigkeit gering und  
30 bei relativ geringer Geschwindigkeit relativ groß ist.

Durch eine stark gepunktete Linie ist angedeutet, wie ein integrierter Ankerkurzschluss auf das Bremsen des Antriebssystems einwirken würde. Der integrierte Ankerkurzschluss würde  
35 zwar nach 180 msec das System nicht in einen Stillstand versetzt haben, sondern es würde eine Größenordnung von 25% der Ursprungsgeschwindigkeit beibehalten sein, jedoch zeigt der

integrierte Ankerkurzschluss bei relativ hoher Geschwindigkeit ein relativ starkes Bremsvermögen.

In der Darstellung gemäß FIG 2 wurde eben der Verlauf der  
5 verschiedenen Bremsmöglichkeiten einander gegenübergestellt.  
Typisch für eine reale Bremsung ist jedoch Verlauf und Ein-  
satzpunkt. So kann davon ausgegangen werden, dass ein integ-  
rierter Ankerkurzschluss bereits nach etwa 5 msec wirken wür-  
de und eine mechanische Bremse würde nach etwa 40 msec ein-  
10 setzen.

Dieser Sachverhalt wird in der Darstellung gemäß FIG 3 be-  
rücksichtigt, die ein erstes reales Bremsprofil zeigt. Dabei  
sei wiederum ein mechanisches System vorgesehen, dass sich  
15 bei einer Geschwindigkeit  $v$  von 100% befindet. Zum Zeitpunkt  
"0" möge nun im Fall einer Störung des geregelten Betrieb ein  
Bremsbefehl ausgelöst werden, der ein Bremsen mit Hilfe der  
mechanischen Bremse und des integrierten Ankerkurzschlusses  
auslöst. Nach fünf msec, d.h. nach einer Totzeit  $T_1$ , setzt  
20 nun, wie durch einen feinpunktierten Verlauf angedeutet, die  
Bremsung mit Hilfe des integrierten Ankerkurzschlusses ein.  
Diese Bremsung wird jedoch nach 25 msec, d.h. nach Ablauf ei-  
ner Zeitdauer  $T_3$ , abgeschaltet, wenn diese Zeitdauer typisch  
für die Belastungsgrenze von Motor und/oder Umrichter ist.  
25 Dazu können die eingangs genannten Kenngrößen als Istwerte  
oder empirische Werte diese Zeitdauer  $T_3$  angeben. Es erfolgt  
dann allerdings solange keine Bremsung, bis nach Ablauf einer  
Zeitdauer  $T_2$  die mechanische Bremsung einsetzt. Dies zeigt  
sich im Diagramm durch den waagerechten Verlauf zwischen dem  
30 Ende der Zeitdauer  $T_3$  und dem Ende der Zeitdauer  $T_2$ . Von dort  
an kann nun das mechanische Bremsen erfolgen und etwa 125  
msec nach Einsetzen des Bremsbefehls ist das System zur Ruhe  
gekommen. Der Einfluss systembedingte Eigenreibung ist dabei  
wegen seiner geringen Bedeutung nicht berücksichtigt worden.

35

In der Darstellung gemäß FIG 4 ist ein weiteres Bremsprofil  
gezeigt, bei dem angenommen ist, dass die Dauer, in welcher

der integrierte Ankerkurzschluss aufrecht erhalten werden kann, größer ist als beim vorherigen Beispiel. So ist hier dafür eine Zeitdauer  $T_4$  von 45 msec angenommen worden. Demzufolge wird auch noch 5 sec nach Ansprechen der mechanischen

5 Bremsung zusätzlich der integrierte Ankerkurzschluss aufrecht erhalten. Dies führt naturgemäß durch "doppeltes" Bremsen und keine "Bremslücke" zu einem besseren Bremsverhalten als beim vorherigen Beispiel, so dass nach reichlich 110 msec der Elektromotor und damit das mit ihm verbundene mechanische Sys-

10 tem zum Halten gebracht werden kann.

Es sei an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, dass prinzipiell auch die Möglichkeit besteht, einen Elektromotor mit Aufschalten einer Gleichspannung zu bremsen, jedoch muss dazu

15 der Umrichter besonders dafür ausgelegt sein. Ferner ist eine zusätzliche externe Hardware für die Aufschaltung der Gleichspannung erforderlich.

Gerade aber die Verwendung von zusätzlichen Komponenten wird

20 gemäß der Erfindung vermieden und allein der sowieso vorhandene Umrichter kann durch seinen Einsatz in einer integrierten Ankerkurzschlussbremsung zum Tragen kommen.

( ) 25 In Kombination mit der vorliegenden Erfindung kann je nach Sicherheitserfordernis auch noch eine Reihe von weiteren Sicherheitsmaßnahmen bezüglich des Tests der Elektronik und der Mechanik verwendet werden.

## Patentansprüche

1. Antriebssystem mit einem durch insbesondere integrierte Ankerkurzschlussbremsung und/oder mechanische Bremsung ab einem Einsatzzeitpunkt umgehend stillzusetzenden Elektromotor, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass, wenn kein geregeltes Herunterfahren des Elektromotors (EM) erfolgen kann, ab dem Einsatzzeitpunkt beide Bremsungen aktivierbar sind, wonach sie mit ihren immanenten Totzeiten (T1, T2) ansprechen, wobei die Totzeit (T1) der Ankerkurzschlussbremsung kleiner ist als die Totzeit (T2) der mechanischen Bremsung, und dass der Ankerkurzschluss im Normalfall dann beendet wird, wenn die zulässigen thermischen Belastungsgrenzen für den Elektromotore (EM) oder dessen Ansteuerelektronik (U) erreicht sind.
2. Antriebssystem nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Belastungsgrenze durch den Maximalstrom und/oder das Produkt aus Strom und Ansprechdauer und/oder die Ansprechdauer und/oder die Systemtemperatur gegeben ist.
3. Antriebssystem nach Anspruch 1 , d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass im Fall von höchster Gefahr für Mensch oder Umgebung eine Abschaltung der Ankerkurzschlussbremsung unterdrückbar ist.



## Zusammenfassung

## Antriebssystem

5 Bei einem Antriebssystem mit einem durch insbesondere integ-  
rierte Ankerkurzschlussbremsung und/oder mechanische Bremsung  
ab einem Einsatzzeitpunkt umgehend stillzusetzenden Elektro-  
motor ist im Störfall kein geregeltes Herunterfahren des  
Elektromotors (EM) möglich. Ab diesem Zustand werden beide  
10 Bremsungen aktiviert, wonach sie mit ihren immanenten Totzei-  
ten (T1, T2) ansprechen, wobei die Totzeit (T1) der Anker-  
kurzschlussbremsung kleiner ist als die Totzeit (T2) der me-  
chanischen Bremsung, damit eine Stillsetzung erfolgt. Der An-  
kerkurzschluss wird im Normalfall jeweils dann beendet wird,  
15 wenn die zulässigen thermischen Belastungsgrenzen für den E-  
lektromotore (EM) oder dessen Ansteuerelektronik (U) erreicht  
sind.

FIG 1

20

FIG 1

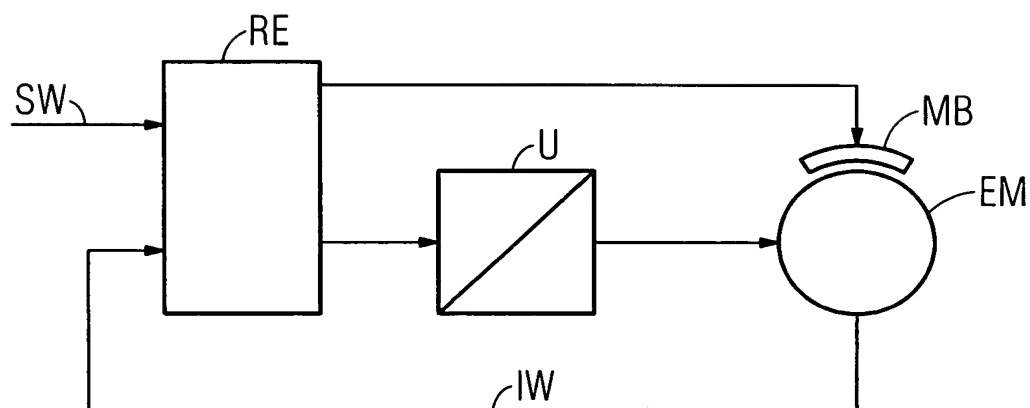


FIG 2

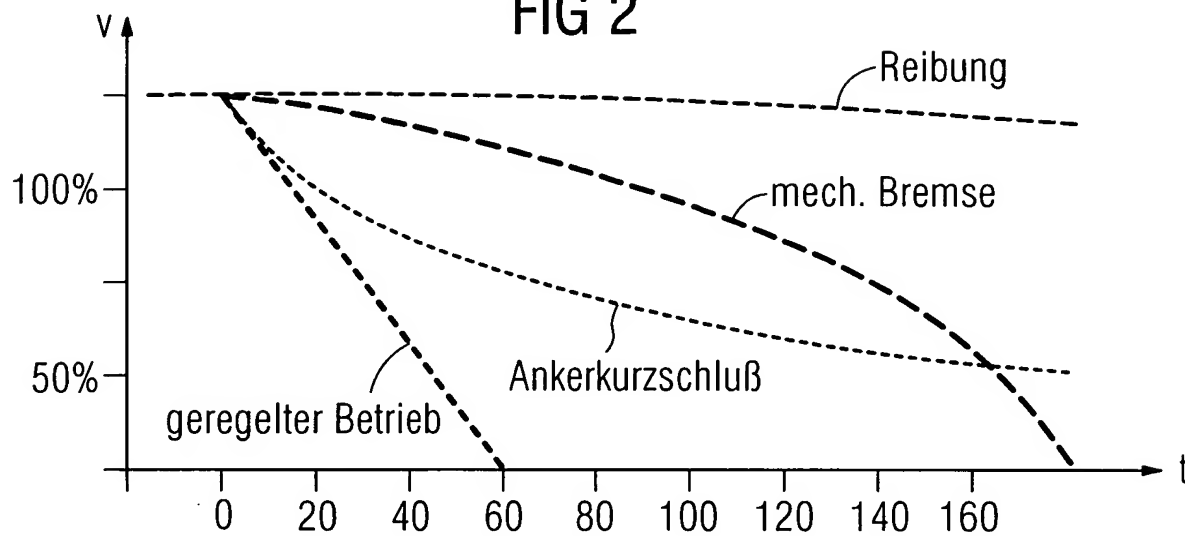


FIG 3

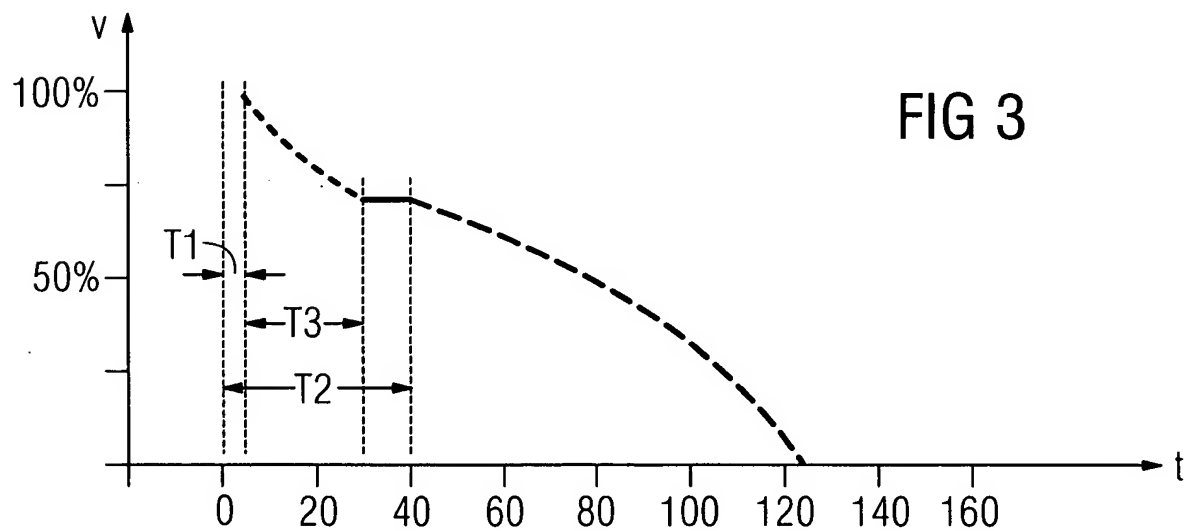


FIG 4

